

Pożyteczny stres glonów



IZABELA KRZEZIŃSKA

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego
Polska Akademia Nauk, Lublin
Dr Izabela Krzezińska jest mikrobiologiem, zajmuje się prowadzeniem hodowli i utrzymywaniem kultur mikroglonów w laboratorium Nowych Technologii Pozyskiwania Energii Odnawialnej oraz Biomasy w IA PAN.



JERZY TYS

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego
Polska Akademia Nauk, Lublin
Prof. dr hab. Jerzy Tys jest kierownikiem Środowiskowego Laboratorium Energii Odnawialnej. Kieruje projektem „Produkcja ekologicznego oleju rzepakowego o wyjątkowych właściwościach prozdrowotnych”. Za olej Kropla Zdrowia wyróżniony przez czasopismo „Prestiz” nagrodą Renoma Roku 2012 w kategorii „wynalazca”.

Zapotrzebowanie na energię na świecie wzrasta. Tymczasem nieodnawialne zasoby surowców energetycznych się wyczerpują, a ich pozyskiwanie i eksploatacja nie są obojętne dla środowiska i klimatu. Dlatego uwaga opinii publicznej i uczonych coraz bardziej skupia się na ograniczaniu zużycia paliw kopalnych na rzecz źródeł odnawialnych – na przykład biopaliw

Jednym z potencjalnych surowców do produkcji biopaliw jest biomasa zielonych jednokomórkowych glonów, zwanych mikroglonami. Uważa się, że może ona zastąpić paliwa kopalne ze względu na wysoką produktywność. Hodowla mikroglonów w mniejszym stopniu konkuruje z produkcją żywności i wywiera mniej negatywny wpływ na środowisko niż inne źródła biomasy. Dodatkowym atutem tych glonów jest ich zdolność do znacznej asymilacji dwutlenku węgla CO₂ (od 1,65 kg do 1,83 kg CO₂ na 1 kg wytworzonej biomasy), a także możliwość wykorzystania do hodowli CO₂ pochodzącego z gazów spalinowych.

Podstawowe wykorzystanie biomasy mikroglonów polega na takim jej przekształcaniu, żeby dało się ją wykorzystać do celów energetycznych. Jej konwersja może odbywać się dzięki procesom termochemicznym, biochemicznym, chemicznym albo przez spalanie bezpo-

średnie. Można z niej otrzymać różne biopaliwa: biodiesel, etanol, metan, a na drodze fotoprodukcji biologicznej także biowodór.

Mniej azotu, więcej oleju

Mikrogłony stanowią zróżnicowany zbiór gatunków eukariotycznych (posiadających jądro komórkowe) i prokariotycznych (nieposiadających jądra). Zamieszkują praktycznie wszystkie ekosystemy. Należą do nich gatunki, które odżywiają się na drodze procesu fotosyntezy (autotroficzne), cudzożywnie (heterotrofy) i w sposób mieszany (miksotrofy). W zależności od rodzaju metabolizmu mikrogłony do wzrostu wymagają źródła węgla, związków mineralnych oraz światła. Gatunki heterotroficzne mają zdolność wzrostu w ciemności i wykorzystywania jako źródła węgla związków organicznych. Glony odżywiające się miksotroficznie wykorzystują także – w procesie fotosyntezy – węgiel nieorganiczny (CO₂). Ilość uzyskanej biomasy i zawartość w niej lipidów jest większa w przypadku heterotroficznego wzrostu mikroglonów niż w przypadku biomasy otrzymanej w warunkach autotroficznych. Kultury heterotroficzne mogą jednak bardzo łatwo ulec zakażeniu przez obecne w podłożu organiczne źródła węgla, co jest pewnym problemem, zwłaszcza w przypadku produkcji biomasy na dużą skalę.

Główną zaletą jednokomórkowych glonów jest ich zdolność do szybkiego namnażania się. W optymalnych warunkach hodowli mogą one podwoić swoją biomasę w czasie od kilkunastu do kilkudziesięciu godzin, a niektóre gatunki nawet w ciągu kilku godzin. Tempo wzrostu mikroglonów uwarunkowane jest przede wszystkim cechami gatunkowymi, ale także dostępnością substancji odżywczych, dwutlenku węgla oraz czynnikami fizycznymi i chemicznymi – m.in. temperaturą, intensywnością światła fotosyntetycznie czynnego oraz stosunkiem długości okresów światła i ciemności w cyklu dobowym. Określenie optymalnych dla poszczególnych gatunków warunków hodowli jest kluczowym elementem w pracach nad produkcją biomasy do celów energetycznych. A że mikrogłony są organizmami metabolicznie plastycznymi, odpowiednia manipulacja warunkami hodowli może zwiększyć produktywność i zredukować koszty procesu konwersji biomasy. Zagadnieniem tym zajmujemy się w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie.

Zdolność do gromadzenia lipidów w komórkach, a co za tym idzie – możliwość pozyskiwania z nich oleju, jest cechą gatunkową mikroglonów. Jednak w optymalnych dla siebie warunkach wiele gatunków produkuje kwasy tłuszczowe, które nie są odpowiednie do produkcji biopaliw. Dopiero

w warunkach stresu (np. przy ograniczeniu składników odżywczych, przede wszystkim azotu) metabolizm ulega zmianie: mikroglony przestawiają się na biosyntezę i gromadzenie triacylogliceroli, które mogą stanowić do 80% całkowitej zawartości lipidów w komórce i są odpowiednim substratem do produkcji biopaliwa.

Kluczowym etapem jest tu wybór odpowiedniego gatunku bądź szczepu mikroglonów. Należy uwzględnić tempo wzrostu, ilość i jakość wytwarzanych kwasów tłuszczowych, konkurencję z innymi mikroglonami i bakteriami czy wytrzymałość na stres mechaniczny. Do produkcji biopaliw wykorzystuje się m.in. słodkowodne glony: *Scenedesmus* sp., *Chlorella* sp., *Spirogyra* sp. oraz gatunki morskie z rodzajów *Synechococcus* sp., *Dunaliella* sp. W tej chwili najlepsze do produkcji biopaliwa – ze względu na zawartość lipidów oraz produktywność – wydają się mikroglony z rodzaju *Chlorella*.

Wyjść z laboratorium

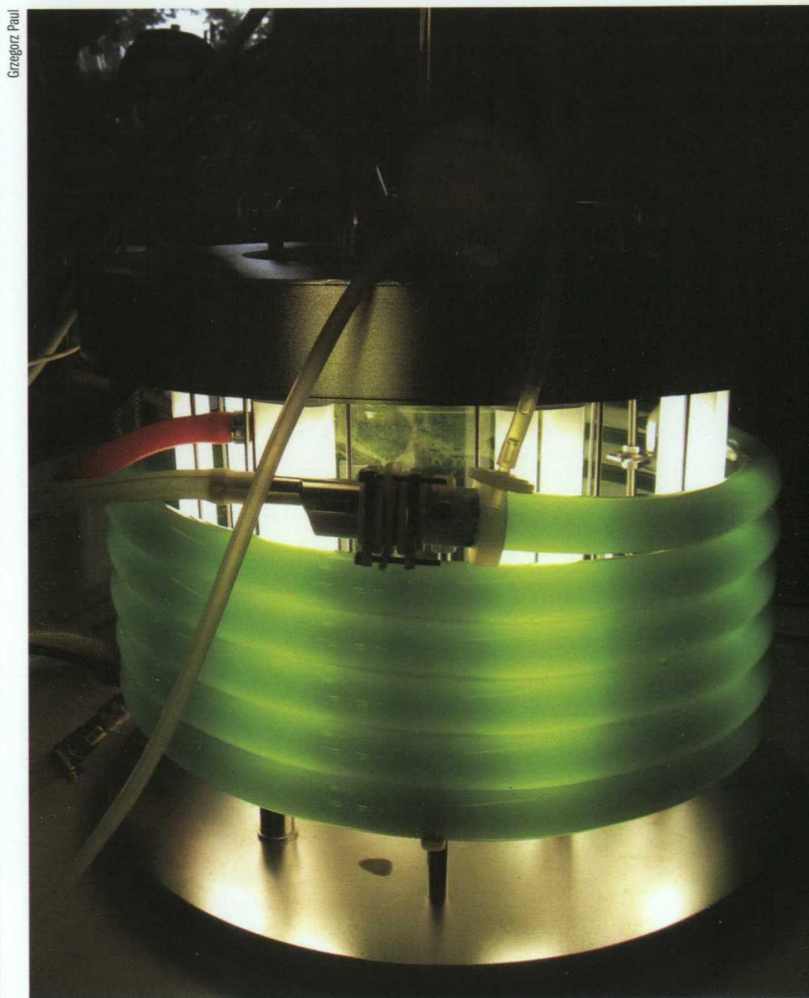
Wykorzystanie mikroglonów wyłącznie do pozyskiwania energii nie jest jeszcze opłacalne. W tym kontekście warto zastanowić się nad wykorzystaniem biomasy np. do produkcji wartościowych farma- i nutraceutyków, a dopiero w drugiej kolejności do celów energetycznych. Jednak wciąż brakuje przetestowanych technologii, umożliwiających produkcję na skalę większą niż laboratoryjna – opracowanie odpowiednich rozwiązań jest tu największym wyzwaniem.

Jedną z podstawowych kwestii są wysokie koszty utrzymania hodowli – drogie są np. składniki pożywek. Można je jednak zastąpić ściekami, które stanowią tanie źródło azotu, fosforu oraz wody. Możliwość zagospodarowania materiałów odpadowych sprawia również, że produkcja biomasy mikroglonów staje się bardziej przyjazna środowisku.

Drugą sprawą to sam sposób hodowli. Mikroglonom potrzebne jest środowisko wodne – otwarte naturalne lub sztuczne stawy bądź zamknięte fotobioreaktory. Hodowla w otwartych systemach jest tańszym i prostszym technologicznie rozwiązaniem, ale ma wiele wad, m.in. charakteryzuje się niską wydajnością, wysoką ewaporacją, brakiem możliwości kontroli parametrów procesu hodowli oraz dużym ryzykiem zakażenia innymi mikroorganizmami. Fotobioreaktory pozwalają zaś osiągać wyższą produktywność i zagęszczenie biomasy, umożliwiają kontrolę warunków oraz odpowiednie doświetlanie hodowli. Hodowla w nich jest droższa, jednak ostatecznie efektywniejsza.

W Laboratorium Nowych Technologii Pozyskiwania Energii Odnawialnej oraz Biomasy w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie realizujemy obecnie finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego projekt „Opracowanie założeń fizjologiczno-technicznych do produkcji glonów na cele energetyczne” [kierownikiem jest prof. dr hab. Jerzy Tys – red.]. Skonstruowaliśmy fotobioreaktor o pojemności 250 l. Składa się on – podobnie jak inne – z modułu sterującego, który umożliwia kontrolowanie warunków, w jakich funkcjonują mikroglony, oraz z modułu przeznaczo-

nego do hodowli. Wyposażyliśmy go jednak w oświetlenie typu LED oraz w komorę dającą możliwość przeprowadzenia sterylizacji termicznej lub z wykorzystaniem lampy UV. Proces sterylizacji zarówno samego urządzenia, jak i pożywki jest istotny ze względu na konieczność utrzymania w ciągu całej hodowli monokultury glonów. Poprzez bezpośrednie połączenie fotobioreaktora z wirówką można prowadzić



Zbiornik hodowlany fotobioreaktora laboratoryjnego

hodowlę w sposób ciągły – gdy biomasa osiąga odpowiednie zagęszczenie, natychmiast kierowana jest do odwirowania. Hodowla utrzymywana jest w ciągłym ruchu dzięki pompie perystaltycznej. Temperaturę utrzymuje płaszcz grzewczy.

Rozwiązania zaproponowane w naszym fotobioreaktorze dają – mamy nadzieję – możliwość optymalizacji warunków hodowli i prowadzenie produkcji biomasy mikroglonów na skalę przemysłową. ■

Chcesz wiedzieć więcej?

Kwietniewska E., Tys J., Krzemińska I., Kozieł W. (2012). Microalgae - cultivation and application as a source of biomass: a review. *Acta Agrophysica Monographiae*, 2, 1-108